

塗布機及び塗布方法

本件出願は、日本国特許出願2002-290957号の優先権を主張し、その開示をここに参照として組み入れるものである。

発明の背景：

本発明は、半導体製造プロセスのフォトリソグラフィ工程で用いる有機反射防止膜やフォトレジストの塗布機及び塗布方法に関するものであり、特に、有機反射防止膜とフォトレジストのエッジ盛り上がりや溶解残りを抑制する塗布機及び塗布方法に関するものである。

図1から図6を参照して、従来の回転塗布型塗布機及び塗布方法について説明する。

従来の回転塗布型塗布機では、リンス液が1種類しか使用できないため、有機反射防止膜やレジスト毎に溶解速度の調節ができない。このため、塗布機に接続された複数種の有機反射防止膜やフォトレジストのそれぞれについてエッジの盛り上がりや溶解残りを抑制することができなかった（例えば、特開平10-242045号公報参照）。

図1に示されているように、従来の塗布機は、カップ305（ウェハの回転で振り切られた有機反射防止膜やレジストやリンス液を廃液として収集する）、ウェハホルダー306、ウェハホルダー306を回転させるためのモータ307、有機反射防止膜またはフォトレジストを滴下するための塗布ノズル301（図では省略されているが、一般には、有機反射防止膜またはフォトレジストの種類や粘度毎に複数の塗布ノズルが用意されている）、リンス液を滴下するためのリンスノズル303から構成されている。

図1に示されているように、リンスノズル303は1本しか備えられておらず、複数の溶剤を混合する機構も備えていない。

この従来の塗布機で有機反射防止膜の塗布を行う様子を図2から図6に示す。リンス液が1種類しか使用できないため、有機反射防止膜やレジスト毎に溶解速度の

調節ができない。このため、塗布機に接続された複数種の有機反射防止膜やフォトレジストのそれぞれについてエッジの盛り上がり(図5の309e)や溶解残り(図6の309g)を抑制することができなかった。

以上のようなエッジリンスの際に生じる有機反射防止膜やフォトレジストのエッジ盛り上がり309eや溶解残り309gはエッチング残渣やゴミの発生を誘発するため、歩留まり低下や汚染の原因となっており由々しき問題であった。

発明の要旨：

そこで、本発明は、従来の技術の問題点に鑑みて成されたものであり、その目的とするところは、エッジリンスの際に形成される有機反射防止膜やフォトレジストのエッジ盛り上がりや溶解残りが生じることのない塗布機及び塗布方法を提供することにある。

上記目的を達成するために、本発明では、ウェハ上に成膜された塗布膜のウェハ側面に形成されたふちだまりをリンス液でエッジリンスを行うことにより除去するための塗布機において、塗布膜に対する溶解速度が異なる複数種の溶剤を混合してエッジリンスを行う機構を有することを特徴とする。

この際、前記塗布膜の溶解速度は塗布膜の種類毎に異なり、前記混合は塗布膜のエッジの盛り上がりが最小となるように行われる。

前記エッジリンスを行う機構は、前記塗布膜毎にリンス液に含有される複数の溶剤の比率を可変とするための流量調節機構を有する。

前記流量調節機構を使用して、前記塗布膜の溶解速度に合わせてリンス液中の溶剤の混合比率を調節する。

前記塗布膜は、例えば、有機反射防止膜またはフォトレジストである。

例えば、前記複数種の溶剤は、イソプロピルアルコールとプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテートである。

また、本発明では、ウェハ上に成膜された塗布膜のウェハ側面に形成されたふちだまりをリンス液でエッジリンスを行うことにより除去するための塗布機において、上記塗布膜に対する溶解速度が異なる複数種の溶剤の中から任意のものを選択してエッジリンスを行う機構を有することを特徴とする。

この際、前記塗布膜の溶解速度は塗布膜の種類毎に異なり、前記選択は塗布膜のエッジの盛り上がりが最小となるように行われる。

前記エッジリンスを行う機構は、塗布膜に対する溶解速度が異なる複数種の溶剤をそれぞれ供給するための複数のリンスノズルを有する。

前記塗布膜は、例えば、有機反射防止膜またはフォトレジストである。

例えば、前記複数種の溶剤は、イソプロピルアルコールとプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテートである。

図面の簡単な説明：

図1は、従来の塗布機及び塗布方法を説明するための図である。

図2は、従来の塗布機及び塗布方法を説明するための図である。

図3は、従来の塗布機及び塗布方法を説明するための図である。

図4は、従来の塗布機及び塗布方法を説明するための図である。

図5は、従来の塗布機及び塗布方法を説明するための図である。

図6は、従来の塗布機及び塗布方法を説明するための図である。

図7は、本発明の第1の実施の形態の概略について説明するための図である。

図8は、リンス液中のIPA混合比と溶解速度の関係を示す図である。

図9は、リンス液中のIPA混合比と溶解速度の関係を示す図である。

図10は、本発明の第1の実施の形態の回転塗布型塗布機の具体的構成を示す図である。

図11は、ウェハ上に有機反射防止膜を回転塗布する方法を説明するための図である。

図12は、ウェハ上に有機反射防止膜を回転塗布する方法を説明するための図である。

図13は、ウェハ上に有機反射防止膜を回転塗布する方法を説明するための図である。

図14は、ウェハ上に有機反射防止膜を回転塗布する方法を説明するための図である。

図15は、本発明の第2の実施の形態による回転塗布型塗布機の構成を示す図で

ある。

図16は、ウェハ上に有機反射防止膜を回転塗布する方法を説明するための図である。

図17は、ウェハ上に有機反射防止膜を回転塗布する方法を説明するための図である。

図18は、ウェハ上に有機反射防止膜を回転塗布する方法を説明するための図である。

図19は、ウェハ上に有機反射防止膜を回転塗布する方法を説明するための図である。

発明の詳細な説明：

(第1の実施の形態)

図7を参照して、本発明の第1の実施の形態の概略について説明する。

リンス液に対する有機反射防止膜やフォトレジストの溶解速度にはエッジの盛り上がりが最小となる最適な値が存在するが、有機反射防止膜やフォトレジストの溶解性も種類毎に異なる。

そこで、有機反射防止膜109dやフォトレジストに対する溶解速度が異なる2種類の溶剤（例えば、イソプロピルアルコール（IPA）とプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート（PEGMEA））を混合してエッジリンスを行う。この際、塗布を行う有機反射防止膜やフォトレジスト毎に、各溶剤の流量調節機構102、103であらかじめ求められた混合比となるように調節を行い、エッジの盛り上がりを最小とする。

以上のような塗布機及び塗布方法を用いることで、塗布機に接続された全種類の有機反射防止膜やフォトレジストに対して、エッジの盛り上がりが問題ない程度に抑制され溶解残りも生じない最適な溶解速度を有するリンス液を供給することが可能となる。

次に、図10を用いて、本発明の第1の実施の形態の回転塗布型塗布機の具体的構成を説明する。

塗布機は、カップ105（ウェハの回転で振り切られた有機反射防止膜やレジス

トやリンス液を廃液として収集する)、ウェハホルダー106、ウェハホルダー106を回転させるためのモータ107、有機反射防止膜またはフォトレジストを滴下するための塗布ノズル101(図では省略されているが、一般には、有機反射防止膜またはフォトレジストの種類や粘度毎に複数の塗布ノズルが用意されている)、リンス液を滴下するためのリンスノズル111から構成されている。

本発明の第1の実施の形態による塗布機の特徴は、塗布を行う有機反射防止膜やフォトレジスト毎に、リンス液に含有される複数の溶剤の比率を可変とするための流量調節機構102、103が備えられている点である。この流量調節機構102、103を用い、塗布を行う有機反射防止膜やレジストの溶解性に合わせてリンス液中の溶剤の混合比率を調節することで、エッジの盛り上がりが問題ない程度に抑制され溶解残りも生じなくすることが可能となる。

図11から図14を参照して、ウェハ上に有機反射防止膜を回転塗布する方法について説明する。

図11のホルダ106に吸着されたウェハ104上に塗布ノズル101から有機反射防止膜109aを滴下し、液盛りする。一般的に、塗布ノズル101は有機反射防止膜・フォトレジストの種類や粘度ごとに複数設置されているが、図11では簡略化のために実際に使用される1本のみ表示している。

続いて、図12に示すようにモータ107を回転させることによりウェハ104を任意の回転数で回転させ、液盛りした有機反射防止膜109aを所望の膜厚となるように成膜する。この際、ウェハ104の側面に有機反射防止膜のふちだまり109cが形成される。

このふちだまり109cはウェハキャリアなどに接触した場合に剥がれてゴミ発生の原因となるために、図13に示すように、リンス液110でエッジリンスを行い除去する必要がある。ところで、リンス液に対する有機反射防止膜やフォトレジストの溶解速度にはエッジリンス後のエッジの盛り上がりが最小となり、溶解残りも生じない最適な値が存在するが、有機反射防止膜やフォトレジストの溶解性も種類毎に異なる。

そこで、有機反射防止膜やフォトレジストに対する溶解速度が異なる2種類の溶剤(例えば、イソプロピルアルコール(IPA)とプロピレングリコールモノメチ

ルエーテルアセテート (PEGMEA)) を混合してエッジリンスを行う。

この際、塗布を行う有機反射防止膜やフォトレジスト毎に、各溶剤の流量調節機構 102、103 であらかじめ求められた混合比となるように調節を行い、エッジの盛り上がりを最小とする。

以上のような塗布機及び塗布方法を用いることで、塗布機に接続された全種類の有機反射防止膜やフォトレジストに対して、エッジの盛り上がりが問題ない程度に抑制され溶解残りも生じない最適な溶解速度を有するリンス液を供給することが可能となる。図 14 は以上のような処理に基づき回転塗布が終了した状態を有機反射防止膜 109e と共に示している。

ここで、最適な溶解速度を図 8 を用いて説明する。

図 8 はリンス液中の IPA と PEGMEA の混合比率を変化させたときのある有機反射防止膜の溶解速度で、IPA の混合比率が多くなるにつれて溶解速度が低下することを表している。

図 8 中、溶解速度が低い a の領域では十分なエッジリンスが行われず溶解残りが発生する。一方、溶解速度が高い c の領域では溶解残りは生じないものの、有機反射防止膜の樹脂が膨潤を起こしエッジの盛り上がりを生じる。両者の中間の b の領域 (IPA の混合比率が 20 から 40 vol %) ではエッジの盛り上がりが問題ない程度に抑制され溶解残りも生じない。

図 9 は先よりも溶解性が高い有機反射防止膜の例であり、同様に IPA と PEGMEA の混合比率を変化させたときの有機反射防止膜の溶解速度を示している。この場合はエッジの盛り上がりも溶解の残りも生じない IPA の混合比率は 63 から 77 vol % となる。以上のように、塗布を行う有機反射防止膜やレジストの溶解性に合わせてリンス液中の溶剤の混合比率を調節することにより、エッジの盛り上がり問題ない程度に抑制され溶解残りも生じなくすることが可能である。

(第 2 の実施の形態)

図 15 から図 19 を参照して、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。

まず、図 15 を用いて本発明の第 2 の実施の形態による回転塗布型塗布機の構成について説明する。

塗布機は、カップ205（ウェハの回転で振り切られた有機反射防止膜やレジストやリンス液を廃液として収集する）、ウェハホルダー206、ウェハホルダーを回転させるためのモータ207、有機反射防止膜またはフォトレジストを滴下するための塗布ノズル201（図では省略されているが、一般には、有機反射防止膜またはフォトレジストの種類や粘度毎に複数の塗布ノズルが用意されている）、リンス液を滴下するためのリンスノズル211から構成されている。

本発明の第2の実施の形態による塗布機の特徴は、それぞれ異なるリンス液を供給するための複数のリンスノズル202と203が備えられている点である。この複数のリンスノズル202、203のそれぞれごとに、有機反射防止膜やフォトレジストに対する溶解速度が異なる溶剤をリンス液として供給する（例えばイソプロピルアルコール（IPA）とプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート（PEGMEA）をそれぞれ異なる比率であらかじめ混合した溶剤など）。

以上のような複数のリンスノズル202、203を用いた塗布機では、塗布を行う有機反射防止膜やレジストの溶解性に合わせてリンス液の種類を選択することができ、エッジの盛り上がりが問題ない程度に抑制され溶解残りも生じなくすることが可能となる。

続いて、図16から図19を参照して、ウェハ上に有機反射防止膜を回転塗布する方法について説明する。

図16のホルダ206に吸着されたウェハ204上に塗布ノズル201から有機反射防止膜209aを滴下し、液盛りする。一般的に、塗布ノズル201は有機反射防止膜・フォトレジストの種類や粘度ごとに複数設置されているが、図16では簡略化のために実際に使用される1本のみ表示している。

続いて、図17に示すように、モータ207を回転させることによりウェハ204を任意の回転数で回転させ、液盛りした有機反射防止膜を所望の膜厚となるように成膜する。この際、ウェハ204の側面に有機反射防止膜209aのふちだまり209cが形成される。

このふちだまり209cはウェハキャリアなどに接触した場合に剥がれてゴミ発生の原因となるために、図18に示すように、リンス液210でエッジリンスを行い除去する必要がある。

この際、塗布機に接続された複数の溶剤のなかから、塗布を行う有機反射防止膜に合わせた溶解性を有するものを選択してリンス液として供給できるために、エッジの盛り上がりが問題ない程度に抑制され溶解残りも生じなくすることが可能となる。

図19は、以上のような処理に基づき回転塗布が終了した状態を有機反射防止膜209eと共に示している。

以上のように、塗布を行う有機反射防止膜やレジストの溶解性に合わせてリンス液の種類を選択することにより、エッジの盛り上がりが問題ない程度に抑制され溶解残りも生じなくすることが可能である。

以上示した実施形態では、有機反射防止膜やフォトレジストに対する溶解速度が異なる溶剤の例として、IPAとPEGMEAをとりあげたが、これ以外にも乳酸エチル、酢酸ブチル、エチルエトキシプロピオネート、メチルエチルケトン、γ-ブチロラクトン、プロピレングリコールモノメチルエーテル、ジエチレングリコール、ジメチルエーテルなども同様に適用可能である。

本発明によれば、塗布機に接続された全種類の有機反射防止膜やフォトレジストのエッジ盛り上がりを抑制し溶解残りも生じなくすることができる。

さらに、エッジ盛り上がり起因のエッチング残渣や溶解残り起因のゴミの発生がなくなるため、歩留まり向上や汚染の危険性低減といった効果が得られる。

特許請求の範囲：

1. ウェハ上に成膜された塗布膜のウェハ側面に形成されたふちだまりをリンス液でエッジリンスを行うことにより除去するための塗布機において、
塗布膜に対する溶解速度が異なる複数種の溶剤を混合してエッジリンスを行う機構を有することを特徴とする塗布機。
2. 前記塗布膜の溶解速度は塗布膜の種類毎に異なり、前記混合は塗布膜のエッジの盛り上がりが最小となるように行われることを特徴とする請求項1に記載の塗布機。
3. 前記エッジリンスを行う機構は、前記塗布膜毎にリンス液に含有される複数の溶剤の比率を可変とするための流量調節機構を有することを特徴とする請求項1に記載の塗布機。
4. 前記流量調節機構を使用して、前記塗布膜の溶解速度に合わせてリンス液中の溶剤の混合比率を調節することを特徴とする請求項3に記載の塗布機。
5. 前記塗布膜は、有機反射防止膜またはフォトレジストであることを特徴とする請求項1に記載の塗布機。
6. 前記複数種の溶剤は、イソプロピルアルコールとプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテートであることを特徴とする請求項5に記載の塗布機。
7. ウェハ上に成膜された塗布膜のウェハ側面に形成されたふちだまりをリンス液でエッジリンスを行うことにより除去するための塗布機において、
上記塗布膜に対する溶解速度が異なる複数種の溶剤の中から任意のものを選択してエッジリンスを行う機構を有することを特徴とする塗布機。
8. 前記塗布膜の溶解速度は塗布膜の種類毎に異なり、前記選択は塗布膜のエッジの盛り上がりが最小となるように行われることを特徴とする請求項7に記載の塗布機。
9. 前記エッジリンスを行う機構は、塗布膜に対する溶解速度が異なる複数種の溶剤をそれぞれ供給するための複数のリンスノズルを有すること特徴とする請求項7に記載の塗布機。

10. 前記塗布膜は、有機反射防止膜またはフォトレジストであることを特徴とする請求項7に記載の塗布機。

11. 前記複数種の溶剤は、イソプロピルアルコールとプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテートであることを特徴とする請求項10に記載の塗布機。

12. ウェハ上に塗布膜を成膜し、ウェハ側面に形成されたふちだまりをリンス液でエッジリンスを行うことにより除去する塗布方法において、

上記塗布膜に対する溶解速度が異なる複数種の溶剤を混合してエッジリンスを行うことを特徴とする塗布方法。

13. 前記塗布膜の溶解速度は塗布膜の種類毎に異なり、前記混合は前記塗布膜のエッジの盛り上がりが最小となるように行われることを特徴とする請求項12に記載の塗布方法。

14. 前記塗布膜は、有機反射防止膜またはフォトレジストであることを特徴とする請求項12に記載の塗布方法。

15. 前記複数種の溶剤は、イソプロピルアルコールとプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテートであることを特徴とする請求項14に記載の塗布方法。

16. ウェハ上に塗布膜を成膜し、ウェハ側面に形成されたふちだまりをリンス液でエッジリンスを行うことにより除去する塗布方法において、

上記塗布膜に対する溶解速度が異なる複数種の溶剤の中から任意のものを選択してエッジリンスを行うことを特徴とする塗布方法。

17. 前記塗布膜の溶解速度は塗布膜の種類毎に異なり、前記選択は塗布膜のエッジの盛り上がりが最小となるように行われることを特徴とする請求項16に記載の塗布方法。

18. 前記塗布膜は、有機反射防止膜またはフォトレジストであることを特徴とする請求項16に記載の塗布方法。

19. 前記複数種の溶剤は、イソプロピルアルコールとプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテートであることを特徴とする請求項18に記載の塗布方法。

開示の要約：

ウェハ上に成膜された塗布膜のウェハ側面に形成されたふちだまりをリンス液でエッジリンスを行うことにより除去するための塗布機であって、塗布膜に対する溶解速度が異なる複数種の溶剤を混合してエッジリンスを行う機構を有する。